

2019年度

ムサシノ  
スカラシッヅ入試

化学基礎・化学

[60 分]

注意 解答に必要なならば、下記の原子量などを用いなさい。

H = 1.0      C = 12      N = 14      O = 16      Na = 23

水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

次の各設問の選択肢から最も適当なものを一つ選び、マークしなさい。

1

(1) 次の化合物のうち、水素結合をつくることができない分子の組み合わせとして適当なものは、である。

a) H<sub>2</sub>      b) HF      c) NH<sub>3</sub>      d) H<sub>2</sub>O      e) CH<sub>4</sub>

① a), b)      ② b), c)      ③ a), e)

④ a), d)      ⑤ b), e)      ⑥ c), d)

(2) 次の化学式中の下線部の原子の酸化数のうち 3番目に高いものは、である。

① K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>      ② KMnO<sub>4</sub>      ③ K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]      ④ HNO<sub>3</sub>      ⑤ Na<sub>2</sub>O

(3) 水酸化ナトリウム 0.4 g を水に溶かして、1000 mL とした水溶液の pH は、である。

① 6      ② 8      ③ 10      ④ 12      ⑤ 14

(4) 次のうち、互いに同素体でないものの組み合わせは、である。

- ① 斜方硫黄とゴム状硫黄      ② 水と過酸化水素      ③ 酸素とオゾン  
④ 赤リンと黄リン      ⑤ ダイヤモンドとフラーレン

(5) 次の分子のうち、単結合だけで構成されているものは、である。

- ①  $\text{N}_2$       ②  $\text{CO}_2$       ③  $\text{CH}_3\text{COOH}$       ④  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$       ⑤  $\text{CH}_3\text{CHO}$

## 2

(1) 身のまわりにある元素の単体と化合物に関する次の記述のうち、下線部に誤りを含まむものは、である。

- ① アルゴンは、空気中に単位体積当たり約1%含まれており、液体空気の分留によって得られる。
- ② アルミニウムは、ボーキサイトから得られる塩化アルミニウムの熔融塩電解によって得られる。
- ③ 酸化チタン(IV)は、光触媒としての性質をもつため、有機物の汚れなどを分解するために利用される。
- ④ ヘリウムは、すべての物質の中で最も沸点が低いため、液体ヘリウムは超電導体の冷却剤にも利用される。
- ⑤ ケイ素は、半導体の性質があり、集積回路や太陽電池に使用される。

(2) 酸素を含む物質に関する次の記述のうち、誤りを含まむものは、である。

- ① 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  は、無色無臭であり、固体はドライアイスと呼ばれる。
- ② 酸化亜鉛  $\text{ZnO}$  は、白色粉末で両性酸化物である。
- ③ 酸化銀  $\text{Ag}_2\text{O}$  は、アンモニア水に溶ける。
- ④ 銅を空気中で  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  以上で加熱すると、黒色の酸化銅(II)  $\text{CuO}$  が得られる。
- ⑤ 同一元素のオキソ酸は、中心の原子に結合する酸素原子の数が多いほど酸性が強くなる。

(3) 次の**実験 1**～**実験 6**のうち、沈殿が生じる実験の数は、である。

**実験 1**  $\text{Ca}^{2+}$  を含む水溶液に過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。

**実験 2**  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液に過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。

**実験 3**  $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加えた。

**実験 4**  $\text{Ca}^{2+}$  を含む水溶液に塩基性条件下で硫化水素水を加えた。

**実験 5**  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液に酸性条件下で硫化水素水を加えた。

**実験 6**  $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液に酸性条件下で硫化水素水を加えた。

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5            ⑥ 6

(4) 図に示した周期表の元素 (A)～(G) に関する次の記述 (ア)～(ウ) について、正しいものをすべて選んだものは、である。

族 \ 周期	1	2	3-12	13	14	15	16	17	18
1									
2				(A)				(B)	
3		(C)		(D)				(E)	
4		(F)						(G)	

図

(ア) (A) の単体は常温・常圧で気体であるが、(D) の単体は常温・常圧で固体である。

(イ) (C) および (F) の炭酸塩は、どちらも水に難溶性である。

(ウ) (B), (E), (G) のそれぞれと銀のみからなる 1:1 の組成の化合物は、いずれも水に難溶性である。

- ① (ア) のみ            ② (イ) のみ            ③ (ウ) のみ  
 ④ (ア), (イ)            ⑤ (ア), (ウ)            ⑥ (イ), (ウ)

(5) 海水を水で 100 倍に希釈した試料溶液 100 mL をビーカーに入れた。この溶液に 0.10 mol/L 硝酸銀水溶液を少量ずつ加えていったところ、試料溶液中の塩化物イオンを塩化銀として沈殿させるのに 6.0 mL を要した。この海水に含まれる塩化ナトリウムの濃度は、 mol/L である。ただし、沈殿はすべて塩化銀であり、海水に含まれる塩化物イオンはすべて塩化ナトリウムによるものとする。

- ① 0.060                      ② 0.12                      ③ 0.24  
④ 0.60                        ⑤ 1.2                        ⑥ 2.4

## 3

(1) 炭化水素に関する次の記述について誤りを含むものは、 である。

- ① アルケンは、一般式  $C_nH_{2n-2}$  ( $n \geq 2$ ) で表される。
- ② アルキンには、塩化水素が付加する。
- ③ アルケンには、幾何異性体が存在するものがある。
- ④ アルキンは、付加重合により、分子量の大きい化合物を生じる。
- ⑤ アルカンには、枝分かれした構造をもつものがある。

(2) 分子式が  $C_nH_{2n+2}O$  で表される化合物 60 mg を完全燃焼したところ、水が 72 mg 生成した。このとき、生成した二酸化炭素は、 mol である。

- ① 0.0030      ② 0.0060      ③ 0.012      ④ 0.030      ⑤ 0.060

(3) カルボニル基またはカルボキシ基をもつ化合物に関する次の記述で誤りを含むものは、 である。

- ① アセトアルデヒドを酸化すると、酢酸が得られる。
- ② ギ酸は、炭酸水より弱い酸性を示す。
- ③ 酢酸を適切な脱水剤と加熱すると、無水酢酸が得られる。
- ④ アセトアルデヒドの工業的製法の一つに、触媒を用いてエチレンを酸化する方法がある。
- ⑤ クメン法でフェノールを合成するとき、アセトンが得られる。

(4) 化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、希硫酸を加えて酸性にしたところ、化合物 B と C が生成した。B はヨードホルム反応を示した。C はフェーリング液を還元した。もとの化合物 A の構造式として最も適当なものは、14 である。

- ① 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CHCH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$
- ② 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$
- ③ 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$
- ④ 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$
- ⑤ 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$

(5) アニリンに関する次の記述のうち、誤りを含むものは、15 である。

- ① アニリンに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を反応させると、黒色の染料であるアニリンブラックが生じる。
- ② アニリンをアセチル化したアセトアニリドは、アニリンと同様に弱い塩基性を示す。
- ③ アニリンを希塩酸に溶かし、5℃以下に冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生じる。
- ④ アニリン塩酸塩水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、アニリンが遊離する。
- ⑤ アニリンをさらし粉水溶液で酸化すると、赤紫色を呈する。

(6) 次の文章に該当する医薬品は、16 である。

化学的に合成されるエステルで、狭心症の発作を抑えるために服用する。体内で分解されて生じた一酸化窒素が、血管を拡張する作用を示す。

- ① サリチル酸メチル      ② アセチルサリチル酸      ③ ストレプトマイシン  
④ ニトログリセリン      ⑤ ペニシリン



4

(1) 次の記述のうち、蒸気圧降下、沸点上昇、凝固点降下、浸透圧のいずれにも関連しないものは、である。

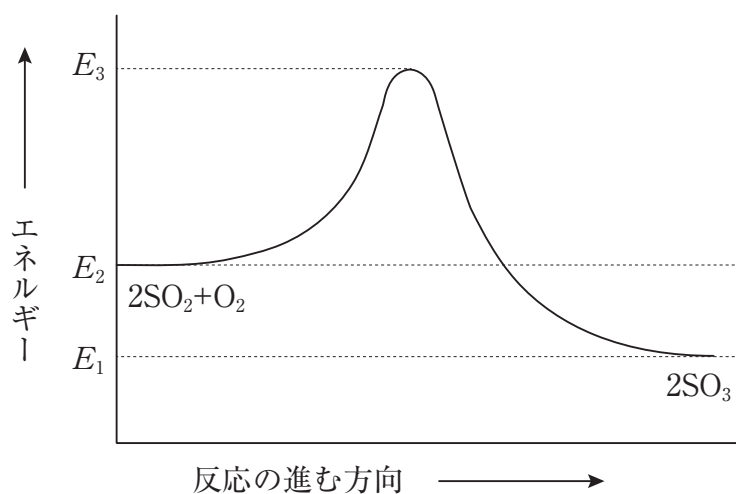
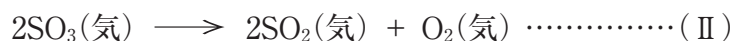
- ① 食塩水は、純水よりも凍りにくい。
- ② 食塩水は、純水よりも水分子が蒸発しにくい。
- ③ 食塩水は、気圧が  $1.013 \times 10^5$  Pa では  $100^\circ\text{C}$  よりも高い温度で沸騰する。
- ④ 気圧が  $1.013 \times 10^5$  Pa より低いと、純水は  $100^\circ\text{C}$  よりも低い温度で沸騰する。
- ⑤ コロイド溶液と純水をセロハン膜で隔てると、コロイド溶液の濃度は徐々に低くなる。

(2) 次の記述と図は平衡反応について説明したものである。(ア)～(ウ) に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものは、18 である。

図の曲線は、三酸化硫黄の生成反応(I)の進行に伴うエネルギーの変化を表している。



三酸化硫黄の生成反応における活性化エネルギーの大きさは、(ア) と表される。この反応は可逆反応であり、三酸化硫黄の生成に伴い、逆反応(II)が同時に進行するようになる。逆反応の活性化エネルギーの大きさは、(イ) と表され、(ウ) 反応である。

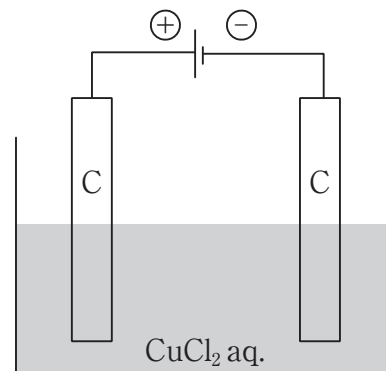


図

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	$E_3 - E_1$	$E_3 - E_1$	吸熱
②	$E_3 - E_1$	$E_3 - E_1$	発熱
③	$E_3 - E_1$	$E_3 - E_2$	吸熱
④	$E_3 - E_1$	$E_3 - E_2$	発熱
⑤	$E_3 - E_2$	$E_3 - E_2$	吸熱
⑥	$E_3 - E_2$	$E_3 - E_2$	発熱
⑦	$E_3 - E_2$	$E_3 - E_1$	吸熱
⑧	$E_3 - E_2$	$E_3 - E_1$	発熱

- (3) 次の記述と図は電気分解について説明したものである。(ア)~(エ) に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものは、19 である。

電気エネルギーを利用して、酸化還元反応を引き起こす操作を電気分解という。電気分解において、電池の負極に接続した電極を陰極、正極に接続した電極を陽極という。陰極では、電池から電子が流れ込むので(ア)反応が起こり、陽極では、電子が流れ出るので(イ)反応が起こる。右図のような炭素棒を電極として、塩化銅(Ⅱ)  $\text{CuCl}_2$  水溶液に電流を通じると、陰極では(ウ)が、陽極では(エ)が生成する。



図

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	酸化	還元	Cu	$\text{Cl}_2$
②	酸化	還元	$\text{Cl}_2$	HCl
③	酸化	還元	HCl	Cu
④	還元	酸化	Cu	$\text{Cl}_2$
⑤	還元	酸化	$\text{Cl}_2$	HCl
⑥	還元	酸化	HCl	Cu

- (4) 注射器に、酸素で飽和した水と酸素とが圧力  $1.0 \times 10^5$  Pa で閉じ込めてある。このときの気体の酸素の体積を  $V$  とする。温度を一定に保って加圧し、注射器内の圧力をはじめの2倍に保って、十分な時間放置した。このときの気体の酸素の体積に関する記述として最も適当なものは、20 である。なお、水の蒸気圧の影響は無視してよい。

- ① 0 になる。                      ②  $\frac{V}{2}$  より少し大きくなる。  
 ③  $\frac{V}{2}$  になる。                  ④  $\frac{V}{2}$  より少し小さくなる。  
 ⑤  $V$  のまま変化しない。

(5) 520 mg のアセチレン  $C_2H_2$ (気) を完全燃焼させた時に発生する熱を全て  $0^\circ C$  の水 54.0 g に与えた。生じた熱は全て水の温度上昇と状態変化に使われるものとする。反応終了後の水の温度は、  $^\circ C$  である。ただし、 $CO_2$ (気)、 $H_2O$ (液)、 $C_2H_2$ (気) の生成熱をそれぞれ 393.5 kJ/mol、285.8 kJ/mol、 $-226.7$  kJ/mol とし、水の比熱を  $4.2 J/(g \cdot K)$ 、 $0^\circ C$  における氷の融解熱を 6.00 kJ/mol とする。

- ① 3.5      ② 18      ③ 35      ④ 53      ⑤ 70      ⑥ 100